



Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 100/2020

Karjatiloilla muodostuvat säilörehun puristenesteet, pesuvedet sekä jaloittelualueiden ja turkistarhojen valumavedet

Maarit Hellstedt ja Elina Virkkunen

Karjatilloilla muodostuvat säilörehun puristenesteet, pesuvedet sekä jaloittelualueiden ja turkistarhojen valumavedet

Maarit Hellstedt ja Elina Virkkunen



Ympäristöministeriö
Miljöministeriet
Ministry of the Environment

Viittausohje:

Hellstedt, M. & Virkkunen, E. 2020. Karjajaloilla muodostuvat säilörehun puristenesteet, pesuvedet sekä jaloittelualueiden ja turkistarhojen valumavedet. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 100/2020. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 25 s.

Maarit Hellstedt ORCID ID, <https://orcid.org/0000-0001-7737-7752>



ISBN 978-952-380-118-9 (Painettu)

ISBN 978-952-380-119-6 (Verkkojulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkojulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-119-6>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Maarit Hellstedt ja Elina Virkkunen

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2020

Julkaisuvuosi: 2020

Kannen kuva: Maarit Hellstedt

Painopaikka ja julkaisumyynti: PunaMusta Oy, <http://luke.juvenesprint.fi>

Tiivistelmä

Maarit Hellstedt¹⁾ ja Elina Virkkunen²⁾

¹⁾Luonnonvarakeskus, 1.9.2020 alkaen maa- ja metsätalousministeriö

²⁾Luonnonvarakeskus

Säilörehusta, jaloittelutarhoista ja tarha-alueilta sekä erilaisista pesuista muodostuvia neste-määriä on tarpeen selvittää, jotta sekä ympäristölupia haettaessa että niitä myönnettäessä lupaviranomainen pystyy arvioimaan tarvittava vesien varastointi- ja käsittelykapasiteetti, ja siten varmistamaan niiden asianmukainen käsittely kotieläntiloilla ja turkistarhoilla.

Puristenesteiden muodostumismäärään vaikuttavat oleellisesti rehun korjuu- ja varastointimenetelmät. Suomessa suurin osa säilörehusta tehdään esikuivattuna, jolloin muodostuvan puristenesteen määrä jää verrattain pieneksi. Vaihtelevien sääolosuhteiden takia aina ei pystytä korjaamaan optimikosteudessa olevaa rehua, joten puristenesteiden keräilyyn tulee varautua ja mitoittaa keräilykaivot riittävien varastointilavuuksien perusteella.

Jaloittelualueista ja ulkotarhoista muodostuvien valumavesien määrä riippuu tarhan rakenteesta. Tiivispohjaisista tarhoista, jotka muotoillaan siten, että satava vesi valuu nopeasti pois, muodostuu melko paljon valumavesiä. Sitä vastoin vaihtopohjaisista tarhoista, joiden pintamateriaali on esim. kuoriketta tai muuta vaihdettavaa materiaalia, sekä maapohjaisista tarhoista valumavesiä muodostuu suhteellisen vähän. Niiden pinta imee vettä sateen aikana, ja sateen päätyttyä vesi haihtuu eikä muodostu valumaa.

Kotieläntiloilla muodostuvien pesuvesien määrä riippuu tuotantomuodosta ja käytetystä puhdistustekniikasta. Höyrypesun käyttö vähentää käytettävää vesimäärää huomattavasti. Lisäksi osissa tuotantoyksiköistä käytetään kuivapesua. Lypsyn ja maidonkäsittelyn pesuvesien määrä vaihtelee huomattavasti. Pesuvesien määrään vaikuttaa esimerkiksi maidonkäsittelylaitteiden valmius ottaa talteen huuhteluvesiä ja käyttää niitä uudelleen. Osa vesimäärästä voidaan määrittää tarkasti ja selvittää laitevalmistajalta tai mitata vesimittarilla.

Turkistarhoilta muodostuvien valumavesien määrän arviointiin voidaan käyttää kokemusperäistä, infrarakentamisessa yleisesti käytettävää yhtälöä, joka ottaa valumakertoimen muodossa alueella olevan läpäisemättömän pinnan ja sateen intensiteetin huomioon mitoitusasteen muodossa. Vaihtoehtoisesti vuodessa syntyvää valumavesien määrää voidaan arvioida sadanнан ja haihdunnan perusteella.

Selvityksessä löydetty kirjallisuus on osin melko vanhaa, mikä kertoo siitä, että viime aikoina kyseisten aihealueiden tutkimus on ollut vähäistä tai jopa olematonta. Tämä on selvä tietopuute, jonka paikkaamiseen tulisi jatkossa panostaa. Myös käytetyssä ulkomaisessa kirjallisuudessa esitettyjen tulosten soveltuvuutta kulloisiinkin olosuhteisiin on syytä harkita.

Asiasanat: puristeneste, pesuvesi, valumavesi, määrä

Sisällys

1. Johdanto.....	5
2. Säilörehun puristenesteet.....	6
2.1. Säilörehun nykyinen tuotantotapa ja varastointi	6
2.2. Eri valmistusmenetelmillä muodostuva puristenesteiden määrä.....	7
3. Jaloittelualueiden valumavedet	11
3.1. Erilaiset jaloittelualue- ja ulkotarharakenteet.....	11
3.2. Erityyppisiltä alueilta muodostuvat valumavedet	11
4. Pesuvedet	13
4.1. Lypsyn ja maidonkäsittelyn pesuvedet	13
4.2. Eläinsuojien pesuvedet	15
4.2.1. Nautakarja	15
4.2.2. Siat	15
4.2.3. Siipikarja	15
4.2.4. Sade- ja hulevedet	15
4.2.5. Eläinsuojan talousjätevedet.....	16
5. Turkistarha-alueiden valumavedet	17
5.1. Valumavesien muodostuminen.....	17
5.2. Lanta-alustoilta muodostuvat valumavedet.....	17
5.3. Tarha-alueen hulevesien määrän laskentakaava ja sen parametrit eri tilanteissa.....	17
5.4. Valumavesien puhdistamot.....	20
Viitteet	22

1. Johdanto

Nautakarjatiloiilla nurmirehu on yksi ruokinnan pääkomponenteista. Nurmirehu säilötään tiloilla pääasiassa esikuivattuna, jolloin puristenesteiden määrä on pienempi kuin tuoresäilönnässä. Syntyvä puristeneste tulee kerätä talteen erilliseen säiliöön/käsittelyyn tai johtaa lietesäiliöön. Sama käsittelyohje koskee muodostuvia pesuvesiä ja jaloittelutarhojen valumavesiä. Turkistarhoilla tulee alueen valumavedet johtaa puhdistettaviksi.

Ympäristölupahakemuksessa toiminnanharjoittajan tulee selvittää, miten puristenesteitä ja valumavesiä tilalla ja tarhoilla käsitellään. Koska kyseisten nesteiden syntymääristä ei ole tarkkaa tietoa, on lupaviranomaisten hankala arvioida ympäristölupahakemuksessa esitetyn varastointitilan ja/tai käsittelyjärjestelmän kapasiteetin riittävyyttä. Siksi onkin ollut tarpeen selvittää säilörehusta, jaloittelutarhoista ja tarha-alueilta sekä erilaisista pesuista muodostuvia nestemääriä.

Tätä selvitystä tehtäessä on käyty läpi alan kirjallisuutta ja tutkimuksia pyrkien löytämään mahdollisimman ajantasaista tietoa. Osin julkaisut ovat kuitenkin melko vanhoja, mikä kertoo siitä, että viime aikoina kyseisten aihealueiden tutkimus on ollut vähäistä tai jopa olematonta. Lisäksi on käyty läpi suomalaisille kotieläintiloille ja turkistarhoille tehtyjä ympäristölupapäätöksiä sekä ympäristövaikutusten arviointiselostuksia. Tietopuutteiden paikkaamiseksi on käytetty myös asiantuntija-arvioita. Jatkossa tulisikin tutkimusvaroja ohjata kotieläin- ja turkistaloudesta muodostuvien erilaisten nesteiden määrien ja ominaisuuksien selvittämiseen, jotta käsittelyjärjestelmien suunnittelu perustuu ajantasaiseen tietoon ja mitoitus pystytään tekemään kustannustehokkaasti. Myös erilaisten käsittelyjärjestelmien ja pienpuhdistamoiden soveltuvuudesta esim. maitoa sisältävien vesien puhdistamiseen tulisi saada ajantasaista tietoa, koska laitteistot ja menetelmät ovat kehittyneet viimeisten tutkimusten jälkeen.

2. Säilörehun puristenesteet

2.1. Säilörehun nykyinen tuotantotapa ja varastointi

Jos säilörehu saadaan korjattua esikuivattuna, puristenesteitä ei pitäisi muodostua tai niitä syntyy erittäin vähän. Rehun laadun varmistaa huolellinen säilöntä, riittävä säilöntäaineiden käyttö ja siilon tai muun varaston perusteellinen suojaus (Peltonen 2010). Esikuivatun rehun hyötyjä ovat veden kuljetuksen ja puristenesteen väheneminen sekä rehun pysyminen sulana talvella (Suokannas ym. 2010).

Vuonna 2019 esikuivattua säilörehua tehtiin Suomessa 542 100 hehtaarilta ja tuoresäilörehua 49 200 hehtaarilta. Esikuivatun säilörehun kokonaissato oli 8 682,1 milj. kg ja tuoresäilörehun 611,3 milj. kg. Säilörehua valmistettiin kokoviljasta 177,0 milj. kg, vihantaviljasta 162,0 milj. kg ja herneestä 16,1 milj. kg. Kuivaheinää tehtiin vuonna 2019 412,6 milj. kg (SVT a). Esikuivattu säilörehu pyritään kuivattamaan 30–45 % kuiva-ainepitoisuuteen. Pitkälle esikuivattua säilörehua kutsutaan säilöheinäksi. Sitä varastoidaan muoviin käärittyihin paaleihin. Sen kuiva-ainepitoisuus on niin korkea (45–85 %), ettei siitä muodostu puristenestettä. Raja esikuivatun säilörehun ja säilöheinän välillä on häilyvä.

Valiolla analysoitujen säilörehunäytteiden kuiva-ainepitoisuuksien keskiarvot ovat vaihdelleet 31,9 ja 39,7 %:n välillä vuosina 2016–2019 (Taulukko 1). Valiolla on vuosittain analysoitu 35 000–40 000 säilörehunäytettä. Vuonna 2019 säilörehunäytteistä 55 % oli varastoitu pyöröpaaleihin, noin 30 % laakasiiloihin ja noin 12 % aumoihin (Valio Artturi 2020).

Aineistossa oli nurmisäilörehun lisäksi apilapitoista säilörehua, sekä jonkin verran yksivuotisia kerran korjattavia säilörehuja (kokovilja-, vihantavilja, maissi- ja kokovilja-palkokasvisäilörehut). Muut paitsi maissisäilörehu olivat kuiva-ainepitoisuudeltaan yli 30 %. Esimerkiksi vuonna 2019 maissin kuiva-ainepitoisuus oli keskimäärin 24,5 %, mutta muiden rehulajien kuiva-ainepitoisuuksien keskiarvot vaihtelivat 34,6 ja 39,3 %:n välillä (Valio Artturi 2020).

Salon ym. (2014) mukaan rehujen kuiva-ainepitoisuus on ollut keskimäärin 35 %, mutta eräkohtainen vaihtelu on suurta. Rehutaulukoissa (LUKE 2015) esimerkkirehujen (nurmisäilörehut ja puna-apilasäilörehut) kuiva-ainepitoisuus on 25 %. Alhaisempia esimerkkikuiva-ainepitoisuuksia on Rehutaulukoiden mukaan sinimaillassäilörehuissa (23 %), kaurasta valmistetussa kokoviljasäilörehussa (23 %), vihantakaurasäilörehussa (22–23 %), aikaisin korjatussa rehukaalisäilörehussa (17 %), sokerijuurikkaan naattisäilörehussa (18 %), herne- ja vinasäilörehu kukinnan alussa (20 %), härkäpapusäilörehu vihreistä siemenistä (20 %) sekä vuohenhernesäilörehun kevätsadossa (16 %) ja syyssadossa (23 %).

Taulukko 1. Kaikkien säilörehujen keskimääräiset kuiva-ainepitoisuudet vuosina 2016–2019 eri korjuukerroilla (Valio Artturi 2020).

	Keskimääräinen säilörehun kuiva-ainepitoisuus eri vuosina, %			
Korjuukerta	2016	2017	2018	2019 *
1. sato	36,6	34,5	41,9	35,6
2. sato	32,7	29,3	40,6	38,8
3. sato	35,3	27,2	28,7	27,2
4. sato	38,1	-	28,8	31,1
Muut**	34,6	31,3	40,0	36,3
Yhteensä	34,8	31,9	39,7	36,0

* 1.3.2020 asti

** kokovilja-, vihantavilja, maissi- ja kokovilja-palkokasvisäilörehut

Puristenesteen biologinen hapenkulutus on suuri, ja se sisältää paljon arvokkaita ravintoaineita. Vesistöön päästessään se rehevöittää niitä ja on haitallinen vesieliöille (mm. Franzen & Strubi 1998). Puristeneste aiheuttaa korroosiota teräkselle ja vahingoittaa betonia, sillä se on hapanta, pH:n ollessa 3,5–5 (Gebrehanna ym. 2014).

Valtioneuvoston asetus 1250/2014 edellyttää, että säilörehun puristeneste kerätään talteen. Kiinteissä varastoissa puristeneste tulee johtaa erilliseen tiiviistä materiaalista olevaan umpikäivöön tai suoraan liete- tai virtsasäiliöön. Puristeneste tulee käyttää peltolannoitteena (YM 2010).

2.2. Eri valmistusmenetelmillä muodostuva puristenesteiden määrä

Sekä esikuivattua että tuoretta säilörehua voidaan varastoida pyöröpaaleihin, laakasiiloihin, aumoihin tai torneihin.

McDonald ym. (1991) viittaavat Bastimanin (1976) tutkimuksiin, joiden mukaan puristenestettä erottuu hyvin vähän, kun säilörehun kuiva-ainepitoisuus on 25 %. Nesteen erottumisen voidaan ennustaa loppuvan, kun kuiva-ainepitoisuus kohoaa 29 %:iin. Tutkimukset perustuvat 16 vuoden aikana tehtyihin siiloihin säilöttyihin 50 säilörehunäytteisiin.

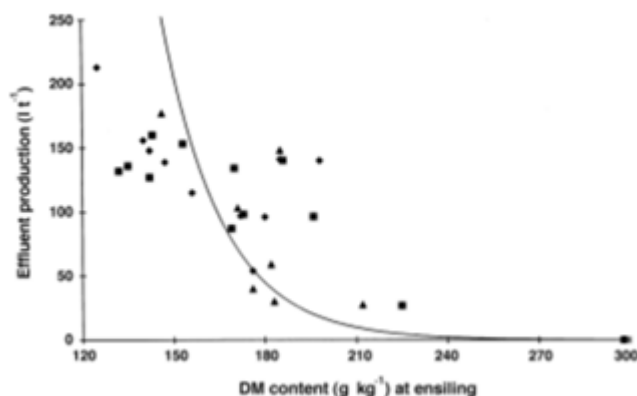
Gebrehanna ym. (2014) ovat koonneet tietoja nurmirehun puristenesteen muodostumisesta laakasiiloissa useista lähteistä (Taulukko 2).

Taulukko 2. Säilörehun puristenesteen muodostuminen laakasiiloissa eri lähteiden mukaan.

Rehun kuiva-aine, %	Puristenestettä m ³ /t		
	Jones & Jones 1995	Environment Canterbury 1999	OMAFRA 2004 (puristenesteen varastotilavuus)
17–22	0,18–0,29		
yli 22, esikuivattu	0		
alle 20		0,5	
yli 20, esikuivattu		alle 0,12	
yli 30, esikuivattu		alle 0,03	
alle 30			0,03
yli 30			0,015

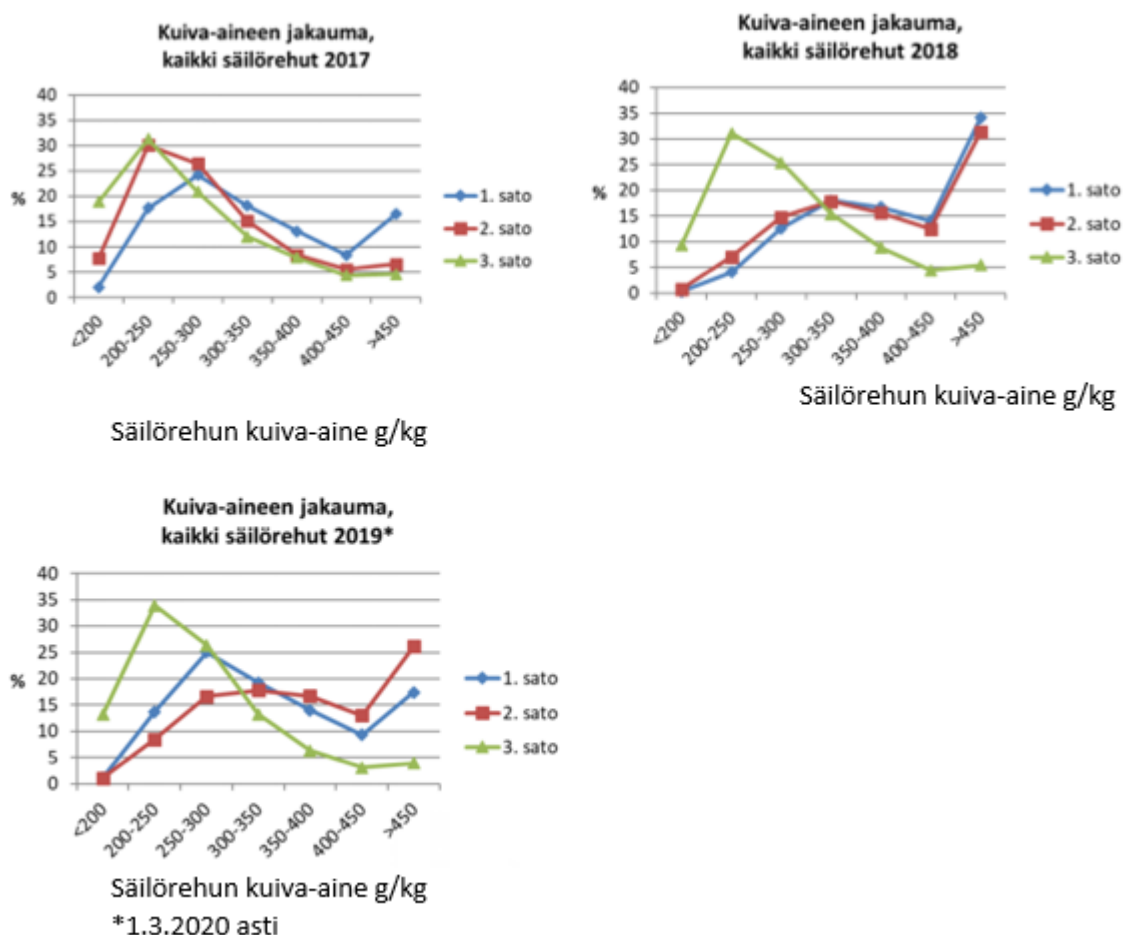
Haigh (1999) on tutkinut Englannissa ja Walesissa puristenesteen muodostumista siiloihin valmistetusta nurmisäilörehusta (Kuva 1). Sen mukaan puristenestettä ei muodostu, kun rehun kuiva-ainepitoisuus on korjattaessa vähintään 24 %. Yhtenäinen viiva kuvaa Haighin (1999) tutkimusta. Pisteet, neliöt ja kolmiot ovat muiden tutkimusten arvoja.

Myös muut tutkimukset tukevat edellä esitettyjä tuloksia (Haigh 1997, Dürr 2002, ref. Puumala & Grönroos, (toim.) 2004). Niissä 25 % kuiva-ainetta pidetään rajana, jolloin puristenestettä ei enää muodostu. Fransenin ja Strubin (1998) tutkimuksissa todettiin, että sateisena kesänä valmistetun rehun puristenesteen määrä oli korkeampi kuin vähäsateisena kesänä. Saman totesi myös Haigh (1997), ref. Puumala & Grönroos (toim.) 2004. Hänen mukaansa eniten puristenestettä muodostui ensimmäisen niiton laakasiiloon korjatusta rehusta.

**Kuva 1.** Puristenesteen muodostuminen rehuraaka-aineen eri kuiva-ainepitoisuuksissa laakasiiloon säilötyssä rehussa (Haigh 1999).

Suomessa säilörehun korjuuajana eri vuosien välillä vaihteleva sateisuus ja töiden monivaiheisuus vaikeuttavat esikuivatun säilörehun tekoa. Korjuu- ja säilöntätappiot saattavat nousta tuoreena korjattua suuremmiksi (Suokannas ym. 2010). Suomessa haihdunta niittokarholta on vähäistä syksyllä kolmatta satoa tehtäessä, ja kuiva-ainepitoisuus saattaa silloin laskea alle 25 %:n (Suokannas 2020). Siksi puristenesteen muodostumiseen on varauduttava, vaikka rehu aiottaisiin tehdä esikuivattuna.

Tämä käy ilmi myös Valio Artturin rehuanalyyseistä vuosilta 2017, 2018 ja 2019 (Kuva 2). Myös vuosien välinen kuiva-ainepitoisuuden vaihtelu tulee näkyviin. Kolmannen niiton kuiva-ainepitoisuus oli erityisen alhainen vuonna 2018.



Kuva 2. Valion säilörehunäytteiden kuiva-ainepitoisuuksien satokohtaiset jakaumat vuosina 2017, 2018 ja 2019 (Valio Artturi 2020).

Muodostuvien puristenesteiden määrään vaikuttaa myös varaston tyyppi (Jones & Jones 1995). Puristenestettä muodostuu enemmän tornisiilossa, jossa rehumassaan kohdistuu jopa 500 kPa:n paine (Pitt 1983, ref. Gebrehanna ym. 2014). Laakasiilossa rehuun kohdistuva paine on tyypillisesti 6–25 kPa (O'Donnell ym. 1997). Esikuivatussa rehussa (ka 20 %) 480 kPa:n paineessa muodostui tornisiilossa puristenestettä 1,4 % säilötystä massasta, mutta 200 kPa:n paine ei saanut aikaan puristenesteen erittymistä (Savoie ym. 2002). Tornisiiloihin tehtäessä rehun kuiva-aineen tulisi olla vähintään 40 %, jotta puristenestettä ei muodostuisi (Sirkjärvi 2012). Suomessa tällä ei ole suurta merkitystä, sillä tornisiiloihin tehtyä rehua on esimerkiksi Valiolle tulevista rehunäytteistä vain noin 2 % (Valio Artturi 2020).

Yhteenveto/suositukset säilörehun puristenesteistä:

Suurin osa säilörehusta pyritään tekemään Suomessa esikuivattuna, jolloin tavoitteena on 30–45 % kuiva-ainepitoisuus. Puristenesteen muodostuminen lakkaa, kun rehussa on kuiva-ainetta yli 25 %.

Nykyisten ohjeiden (YM 2010) mukaan puristenestettä lasketaan muodostuvan 0,05–0,15 m³ säilörehutonnia kohden riippuen rehun kuiva-ainepitoisuudesta. Tässä selvityksessä käytetyt lähteet tukevat edellä mainittua arviota.

Esikuivatun rehun valmistaminen ei aina sääolojen vuoksi onnistu. Sateisena kesänä ja varsinkin syyskesällä rehu on usein märkää, jonka vuoksi rehuvarastot on varustettava puristenesteiden keräysjärjestelmällä. Säilörehupaalien hajottamisen yhteydessä mahdollisesti valuu puristenestettä, joka on myös otettava talteen (Mikkola ym. 2002).

Erilaisten karkearehujen kuiva-ainepitoisuuksia, varastointimuotoja ja puristenesteiden määriä (Säilörehun säilöntäopas 2020, Gebrehanna ym. 2014).

	Kuiva-ainepitoisuus, %	Yleisin varastointitapa	Puristenesteen muodostuminen, m ³ /t
Tuoresäilörehu	18–25	siilot, aumat, tornit, muovitetut paalit	0,015–0,5
Esikuivattu säilörehu laakasiilossa/aumassa	25–45	siilot, aumat, tornit	0–015
Esikuivattu säilörehu paalissa	30–50	muovitetut paalit	0
Säilöheinä (paali)	45–85	muovitetut paalit	0
Kuivaheinä	85–90	paalit ilman muovia	0

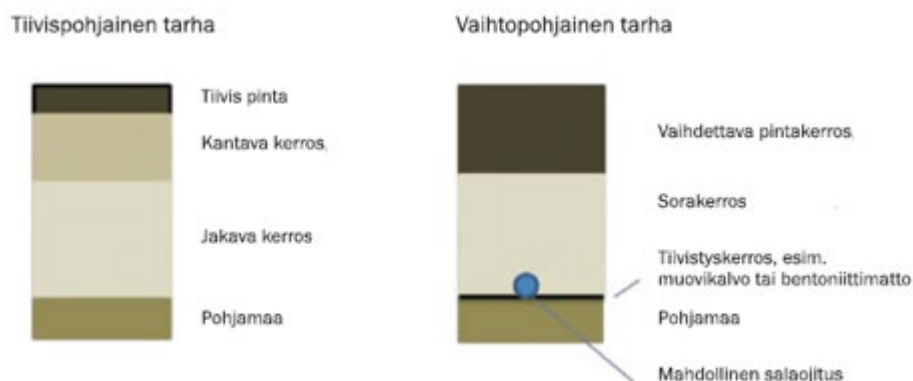
3. Jaloittelualueiden valumavedet

3.1. Erilaiset jaloittelualue- ja ulkotarharakenteet

Kotieläintalouden ympäristönsuojelu ohjeessa (Ympäristöministeriö 2010) kotieläinten jaloitteluluun tarkoitetut alueet määritellään seuraavasti:

1. jaloittelualueella tarkoitetaan eläinsuojan välittömässä yhteydessä sijaitsevaa tiivispohjaista (suppeaa) aluetta, jota käytetään säännöllisesti eläinten jaloitteluun ja, jolta kerätään valumavedet talteen.
2. ulkotarhalla tarkoitetaan aidattua jaloittelualuetta laajempaa aluetta, jossa eläimiä kasvatetaan ympärivuotisesti. Ulkotarhassa sijaitsevat sääsuoja, makuualue sekä ruokinta- ja juomapaikat. Ulkotarha-alue voi sisältää jaloittelualueen tiiviin osan.

Jaloittelualueet ja ulkotarhat tai niiden osat voidaan niiden pintamateriaalien perusteella jakaa kolmeen tyyppiin: tiivispintainen, vaihtopohjainen ja maapohjainen. Tiivispintaisen jaloittelualueen pinta on tavallisimmin asfalttia, betonia tai maabetonia. Vaihtopohjaiseksi nimitetään jaloittelualuetta, jonka pintakerros tai -kerrokset vaihdetaan aika ajoin. Pintamateriaali on niissä yleisimmin kuoriketta tai hiekkaa/soraa. Käyttökokemusten perusteella tarhan pinnassa ollut kuorike hienontui noin vuoden käytön aikana (lehmillä pääsy tarhaan ympäri vuoden) niin paljon, että se vaati vaihdon (Puumala 2004). Vuosi on myös hyvä vaihtoväli kosteuden ja ravinteiden pidätyksen kannalta. Hiekka/sorapintaisessa jaloittelualueella materiaalin vaihtoväli voi olla huomattavasti pidempikin, koska materiaali itsessään ei kulu, eikä sen nesteenpidätyskyky siten muutu. Suositeltavana pintamateriaalin vaihtovälinä voidaan niillä pitää 2–3 vuotta. Kuvasssa 3 on esitetty periaatepiirros tiivis- ja vaihtopohjaisen jaloittelualueen rakennekerroksista. Maapohjaisissa ulkotarhoissa ei ole erikseen tehtyjä rakennekerroksia, vaan eläimet päästetään pelto- tai metsämaalle aidatulle alueelle.



Kuva 3. Tiivis- ja vaihtopohjaisen tarhan pohjarakenteen periaate (Seuri ym. 2011).

3.2. Erityyppisiltä alueilta muodostuvat valumavedet

Valumavesien asianmukainen keräily ja käsittely ovat jaloittelualueiden toteutuksen suurimpia haasteita. Tiivispohjaisista jaloittelualueista, jotka on muotoiltu kalteviksi siten, että vettä ei kerry tarhan pintaan, sadevedet valuvat nopeasti keräilykaivoihin, eikä haihdunta siten ole kovin suurta. Uusi-Kämpän ym. (2003) arvion mukaan 500 m² asfalttipintaisella jaloittelualueella

muodostui vuoden 2001 huhti-lokakuun välisenä aikana pintavaluntana vettä noin 200 m³, kun keskimääräinen ko. aikajakson sadanta Etelä-Savossa oli noin 420 mm ja haihdunta 10–20 %.

Sillanpää (2013) (ref. Jaakola 2016) on tutkinut valunta-alueelta muodostuvaa välitöntä valuntaa. Pienillä sademäärillä (< 17–20 mm) valumavettä muodostui vain suoraan kuivatusjärjestelmään yhdistetyiltä pinnoilta. Tutkimuksessa 80 % sadetapahtumista jäi tämän havaitun kynnysarvon (< 17–20 mm) alapuolelle. Vaihtopohjaisessa jaloittelualueella ja maapohjaisessa tarhassa kuurosateet eivät yleensä aiheuta paljon valuntaa, koska haihdunta pinnasta on suurempaa kuin tiivispohjaisilla jaloittelualueilla, ja osa sateesta imeytyy myös pintamateriaaliin ja sen alapuolisiin kerroksiin. Uusi-Kämpän ym. (2003) tekemässä selvityksessä vuoden 2001 huhti-lokakuun välisellä ajanjaksolla Etelä-Savossa sijaitsevasta vaihtopohjaisesta kuorikepintaisesta jaloittelualueesta, jonka ala oli 600 m², salaojista suodattui vettä 1,5 m³. Kyseisen vuoden touko- heinäkuun sademäärät olivat Mikkelin alueella selkeästi (120–155 %) vertailuvuosien 1981–2010 keskiarvoa suuremmat, kun muiden seurantajakson kuukausien sademäärä pysyi puolestaan lähellä vertailuvuosien keskiarvoa.

Maapohjaisista ulkotarhoista muodostuvista valumavesienmääristä ei löydy kirjallisuudesta tietoja. Niiden määrää voidaan arvioida jäljempänä turkistarha-alueilta muodostuvien vesien yhteydessä esitetyillä kaavoilla käyttämällä tilanteeseen sopivia sateen intensiteettejä.

Kylmänä vuodenaikana muodostuvien valumavesien määrään voidaan vaikuttaa kiinnittämällä huomiota lumen asianmukaiseen poistoon, käsittelyyn ja säilytykseen, siten, että lumi aurataan jaloittelualueilta ennen eläinten pääsyä sinne, ja että puhdas lumi varastoidaan jaloittelualueiden ulkopuolella, jolloin sulamisvedet voidaan ohjata suoraan luontoon.

Yhteenveto/suositukset jaloittelualueiden valumavesistä:

Edellä mainitun kirjallisuuden perusteella voidaan arvioida erityyppisiltä jaloittelualueilta muodostuvan valumavesiä seuraavasti:

	Muodostuva valumavesi, m ³ /m ²	Lähde	Huom.
Tiivispintainen jaloittelualue	0,4	Uusi-Kämpä ym. (2003)	huhti-lokakuu
Vaihtopohjainen jaloittelualue	0,0025	Uusi-Kämpä ym. (2003)	huhti-lokakuu
Maapohjainen ulkotarha	0,055	(ilmasto-opas.fi, tämän selvityksen sivu 18)	koko vuosi

4. Pesuvedet

4.1. Lypsyn ja maidonkäsittelyn pesuvedet

Maitohuoneen jätevesimäärä voi vaihdella huomattavasti, 400:sta tuhanteen litraan päivässä (Vilen & Viirret 2001, Kallio & Santala 2002, Tuhkanen ym. 2005). Määrä riippuu tilakoosta, lypsykertojen määrästä, maitoputkiston pituudesta, navettatyypistä sekä pesu- ja vedenkäytöstavasta. Yleensä maidonkäsittelylaitteiston pesussa käytetään automaattipesukonetta, joka ensin huuhtelee putkiston ja lypsykoneen. Toinen vaihe on varsinainen pesu ja kolmannessa huuhdellaan koko järjestelmä.

Laukkanen & Hurri (2001) mittasivat lypsykoneen pesuvedet 55 lehmän navetassa, jossa oli lypsyasema. Tilalla oli yhdistelmäpesulaite, joka pesee sekä lypsykoneen että tilasäiliön. Lisäksi maitohuoneessa oli pyykinpesukone lypsyraittien ja vaatteiden pesua varten. Tilasäiliön tilavuus oli 2500 litraa. Astiamittauksen mukaan maitohuoneessa muodostuu päivässä 440 litraa jätevesiä. Lypsylehmää kohti tämä on 8 l/d. Määrä jakaantui seuraavasti:

- Lypsykoneen pesuvedet, 270 l/d (sis. kaksi pesukertaa)
- Tilasäiliön pesuvedet, 50 l/d (pesu joka toinen päivä)
- Maitohuoneen pesu (arvio) 120 l/d (sisältää pyykinpesukoneen)

Rasmussenin & Pedersenin (2004) mukaan robottilypsyssä kuluu pesuvettä robotin tyypistä riippuen 4,45–16,54 litraa/lehmä/vrk. Korkeimmat kulutusluvut ovat roboteilta, jotka pesevät lypsyjen välillä myös lattiaa. Tulosten mukaan myös tiloilla, joilla oli vähemmän lehmiä lypsyysikköä kohti, pesuvettä kului suhteellisesti enemmän lypsylehmää kohti. Tutkimuksessa oli mukana 14 robottitilaa, joilla karjakoot vaihtelivat 50 ja 119 lehmän välillä. Ympäristöministeriön ohjeessa lypsrobotin vedenkulutukseksi on arvioitu 240–400 m³ vuodessa (YM 2010). Rasmussenin & Pedersenin (2004) tutkimuksessa oli myös mukana kolme lypsyasemaa.

Tulosten mukaan kalanruotolypsyasemalla (2x12) vettä pesuihin kului 4,69 l/lehmä/vrk, mikä oli huomattavasti vähemmän kuin karusellilypsyssä, jossa kulutus vaihteli välillä 10,59–11,49 l/lehmä/vrk. Laukkasen ja Hurrin (2001) mukaan lypsyasemalla kuluu 13 litraa ja parressa lypsettäessä 15 litraa lehmää kohti päivässä.

Lehmämäärän kasvaessa pesuvesien määrä/lehmä näyttäisi vähenevän. 55–60 lehmän karjoissa pesuvesiä muodostui 8–9 l/lehmä/vrk. 16–34 lehmän karjoissa pesuvesiä muodostui 15–21 l/lehmä/vrk. Mukana ei ole sade- ja hulevesiä (Tuhkanen ym. 2005). Näissä aineistoissa ei ollut yli 200 lehmän navetoita. Karjakoko on kuitenkin jatkuvasti kasvanut, ja yli 200 lehmän karjoja oli Suomessa keväällä 2019 68 kappaletta (SVT b). Keskilehmäluku oli samana vuonna 41,3.

Mannisen ym. (2002) mukaan tiloilla tehdyissä mittauksissa lypsyaseman (2x6) kiertopesussa kuluu vuodessa 100–200 m³ vettä riippuen laitteiston ominaisuuksista ja pesuvaiheiden määrästä. 2x6-paikkaisia lypsyasemia käytetään 60–100 lehmän karjoissa, jolloin pesuvesiä syntyy 1,5–2 m³ lehmää kohti vuodessa (Taulukko 3).

Maitohuoneen pesuvedet sisältävät maitojäämiä (noin 2 litraa/vrk) sekä jäämiä pesu- ja desinfiointiaineista, kuten fosforia ja klooria. Vedenkulutus voidaan selvittää maitohuoneeseen asennettavalla mittarilla ja/tai laitteiden toimittajilta (YM 2010).

Maidonkäsittelylaitteiden pesusta tulevia vesiä voidaan vähentää käyttämällä talteen otettuja huuhdeluvesiä pintojen pesuun. Pesuautomaatit voivat ottaa talteen käytetyn pesuveden ja

käyttää sitä uudelleen. Esimerkiksi n. 40 lehmän karjasta talteen otettavaa vettä voi kertyä väli- ja loppuhuuhTELuVESistä noin 65–70 m³ vuodessa (Korkeamäki ym. 2003).

Tavallisin tapa käsitellä maitohuoneen pesuvedet on johtaa ne virtsakaivoon tai lietesäiliöön. Imeytyskentät ja jätevesienkäsittelylaitokset ovat myös vaihtoehtoja (Manninen & Nyman 2003). Paras vaihtoehto olisi johtaa maitohuoneen jätevedet kunnalliselle puhdistamolle, jos se on mahdollista (Kallio & Santala 2002).

Tuotantoon kelpaamaton maito, kuten solu- ja antibioottimaito, voidaan johtaa liete- tai virtsasäiliöön. Maitoa ei saa johtaa maapuhdistamoihin eikä muihinkaan pienpuhdistamoihin tuk-
keutumisvaaran vuoksi (Valio Oy 1998, ref. Kallio & Santala 2002). Ravinnesampo-hankkeessa kokeiltiin pienpuhdistamojen toimintaa ylikuormitustilanteessa päästämällä 300 litraa maitoa jäteveden joukkoon. Tämä on määränä suhteellisen pieni, mutta ylikuormitus heikensi puhdistetun veden laatua. Kolmen viikon aikana puhdistamojen toiminta palautui normaaliksi (Tuhkanen ym. 2005).

Taulukko 3. Lypsyn ja maidonkäsittelyn pesuvedet eri lähteiden mukaan.

Lähde	Rasmussen & Pedersen 2004	Rasmussen & Pedersen 2004	Laukkanen & Hurri 2001	Laukkanen & Hurri 2001	Tuhkanen ym. 2005	Tuhkanen ym. 2005	Manninen ym. 2002
Lypsymenettelmä	Lypsyrobotti	Lypsyase-ma	Lypsyase-ma	Lypsy par-ressa			Lypsyase-ma
Karjan lehmämäärä	noin 70				55–60	16–34	60–100
Pesuvesiä l/lehmä/vrk	4,5–16,5	4,7–11,5	13	15	8–9	15–21	Pesuvesiä m ³ /lehmä/v 1,5–2 (~4,1–5,5 l/lehmä/vrk)
pesuvesiä m ³ /tila/vuosi	140–422						105–115

4.2. Eläinsuojien pesuvedet

4.2.1. Nautakarja

Eläinsuojien pesuvesien määrä vaihtelee tilakoon ja tuotantosuunnan mukaan. Vedenkulutuksen ero voi olla jopa kuusinkertainen samankokoisissa eläinsuojissa (YM 2010).

Kapuisen & Karhusen (1990) mukaan parsinavetoissa kertyi pesuvesiä keskimäärin 6 litraa päivässä ja 2,2 m³ vuodessa lypsylehmää kohti. Lypsykarjapihaston pesussa kuluu hieman enemmän vettä kuin parsinavetoissa. Pesuvesien osuus parsinavetoissa oli keskimäärin 9,3 % kaikesta lietalantalan tilavuudesta ja pihatoissa 13 %. Tässä ei ole eroteltu maidonkäsittelystä ja navetan pesusta peräisin olevia pesuvesiä.

Lihakarjakasvattamoissa pesuvesiä kertyy noin 1,8 m³ vuodessa täysikokoista lihanautaa kohti. Pesuvesien osuus oli 0,5 % lietalantalantilavuudesta (Kapuinen & Karhunen 1990).

4.2.2. Siat

Sikatiiloilla pesuvesiä kuluu 8 m²:n karsinan pesuun noin 1,1 m³ vuodessa. Porsastuotannossa pesuvesiä kertyy noin 0,2–3 litraa/ emakko porsaineen/vrk ja lihasikalassa noin 0,4 l/lihasika/vrk (Fulhage & Hoehne 2005, ref. YM 2010).

4.2.3. Siipikarja

Siipikarjan tuotantotilojen pesuvesien määrä vaihtelee ei lähteiden mukaan suuresti. Kotieläintalouden ympäristönsuojeluohjeessa todetaan, että kanaloiden ja broilerihallien pesuissa kuluu pesuvettä noin 1,5 m³/1 000 kanaa tai broileria/vuosi. Höyrypesussa vettä kuluu vähemmän, noin 0,7 m³/1 000 kanaa tai broileria/vuosi (YM 2010). Tämä perustuu ilmeisesti vanhoihin mitaustuloksiin.

Siipikarjaliiton asiantuntija- arvion mukaan (Hamina 2020) tuotantotilojen pesuvesiä syntyisi nykyisin painepesuria käytettäessä eri tuotantomuodoissa seuraavasti:

- Lattiakanalassa (lattia/ulko/luomu) syntyy 0,6 m³ jätevettä per 1 000 kanaa. Nykyisin kanaloiden kierto on 70 viikkoa, joten ihan joka vuosi kanalaa ei pestä.
- Virikehäkkikanalassa vedenkulutus voi olla selkeästi pienempi, sillä osa kanaloista vain kuivapuhdistetaan.
- Broilerikasvattamossa syntyy jätevettä vuodessa noin 0,5–0,6 m³ per 1 000 kasvatuspaikkaa. Ts. 100 000 broilerin tilalla syntyy vuodessa noin 50–60 m³ jätevesiä
- Kalkkunantuotannossa jätevesien vuotuinen määrä on 0,9 m³ per 1 000 kasvatuspaikkaa

4.2.4. Sade- ja hulevedet

Laukkasen & Hurrin (2001) tutkimuksessa 55 lehmän navetassa, jossa on lypsyasema, hule- ja vuotovesien määräksi arvioitiin 50 l päivässä. Rehulaatan hulevesille (jos säilörehu tehdään aumaan laatan päälle) on käytetty myönnettyssä ympäristöluvassa arvoa 0,2 m³/m² (AVI 2020 a). Kattamattomiin varastoihin kertyvän sadeveden mitoituksessa on puolestaan käytetty arvoa 0,3 m³/m² (AVI 2020 b).

Jätevesien syntymistä tulee vähentää minimoimalla likaiset piha-alueet, minimoimalla vedenkäyttö ja erottelemalla piha-alueiden sadevesi- ja jätevesivirrat (BAT 6). Jätevesipäästöjä tulee vähentää johtamalla jätevedet umpisäiliöön tai lietealtaaseen, puhdistamalla jätevedet ja levittämällä jätevedet pellolle aikana, jolloin lannanlevitys on sallittu (BAT 7) (Watrec 2018).

4.2.5. Eläinsuojan talousjätevedet

Porsastuotantosikalan sosiaali- ja peseytymistiloissa arvioidaan muodostuvan 100 litraa jätevesiä/työntekijä/vrk. Työpäiviä on 220 vuodessa (5 työpäivää viikossa ja lomat huomioiden). Samaa arviota voitaneen soveltaa nautakarjatiloihin (Puumala & Grönroos 2004). Käymälävedet tulee käsitellä ympäristönsuojelulaissa (527/2014) ja talousvesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolella annetussa asetuksessa (157/2017) määritellyn vaatimustason mukaisesti, eikä niitä saa johtaa liete- tai virtsasäiliöön.

Yhteenveto/suositukset lypsytyn, maidonkäsittelyn ja eläinsuojien pesuvesistä:

Kirjallisuuden perusteella lypsytyn liittyvien ja maidonkäsittelyn pesuvesien määrä vaihtelee huomattavasti. Pesuvesien määrään vaikuttaa esimerkiksi maidonkäsittelylaitteiden valmius ottaa talteen huuhteluvesiä ja käyttää niitä uudelleen. Osa vesimäärästä voidaan määrittää tarkasti ja selvittää laitevalmistajalta tai mitata vesimittarilla. Osa on arvioitava, koska esimerkiksi lypsyaseman ja utareiden pesuun käytettävää vesimäärää ei vesimittareiden puuttuessa pystytä tarkoin määrittämään.

On lisäksi huomioitava, että kirjallisuudesta löytyneet tutkimukset oli usein tehty tiloilla, jotka ovat nykymittapuun mukaan pieniä. Taulukkoon 4 on koottu pesuvesien määristä arviot, jotka perustuvat edellä kuvattuihin tutkimuksiin ja arvioihin. Tätä selvitystä varten tarkastelluissa ympäristölupapäätöksissä maitohuoneen ja eläinsuojan pesuvesien määrä oli arvioitu taulukon 4 arvoja hieman alhaisemmaksi. Korkeatuottoisilla karjoilla se on ollut noin 3 m³/lehmä/vuosi.

Taulukko 4. Arviot eläinsuojien pesuvesien määristä.

Eläinsuoja	Lypsykarja- navetta, lypsyasema	Lypsykarja- navetta, lypsyro- botti	Lihakarja- kasvattamo	Emakkosi- kala	Lihasikala	Siipikarja, 1000 kanaa tai broileria (kalkkunat)
Lypsytyn ja maidonkäsittelyn pesuvedet, m ³ /lehmä/v	2	2				
Eläinsuojan pesuvedet, m ³ /eläin/v	noin 2,5	ei arviota	1,8	1,1	0,5	0,5–0,6 (0,9)
Yhteensä, m ³ /eläin/v	4,5		1,8	1,1	0,5	0,5–0,6 (0,9)

5. Turkistarha-alueiden valumavedet

5.1. Valumavesien muodostuminen

Tarha-alueilla muodostuu hulevesiä varjotalojen välisiltä alueilta sekä valumavesiä lanta-alustoilta, joita ei ole rakennettu tiivispohjaisiksi. Nämä tulee Turkistarhauksen ympäristönsuojeluohjeen (Ympäristöministeriö 2018) mukaan kerätä ja käsitellä asianmukaisesti. Jotta valumavesien keräilykaivot/altaat ja käsittelymenetelmät pystytään mitoittamaan järkevästi, tulee arvioida, kuinka paljon näitä valumavesiä syntyy.

5.2. Lanta-alustoilta muodostuvat valumavedet

Pääsääntöisesti viimevuosina rakennetuissa varjotaloissa on käytössä tiiviit lanta-alustat, joista virtsa ja vedet johdetaan tiiviisiin umpisäiliöihin. Vanhempien varjotalojen alla ei ole vesitiiviitä lanta-alustoja, joten niiltä kertyvät valumavedet (sisältää siis lanta-alustoilta huuhtoutuvaa virtsaa ja ulosteita) on koottava ja käsiteltävä.

Lanta-alustoilta muodostuvista vesistä on tehty selvityksiä 1990-luvun lopulla (Latvala 1999a, b, c), mutta uudempaa tietoa ei ole käytettävissä. Kaarle Kaistilalta (Kaistila 2020) saadun tiedon mukaan keruukaivojen mitoitusperusteeksi on ympäristölupamenettelyssä asetettu 10 litraa/varjotalometri /vuosi.

5.3. Tarha-alueen hulevesien määrän laskentakaava ja sen parametrit eri tilanteissa

Turkistarhoilta muodostuvien valumavesien määrän arviointiin voidaan käyttää kokemukspäristä yhtälöä (Hyöty 2009),

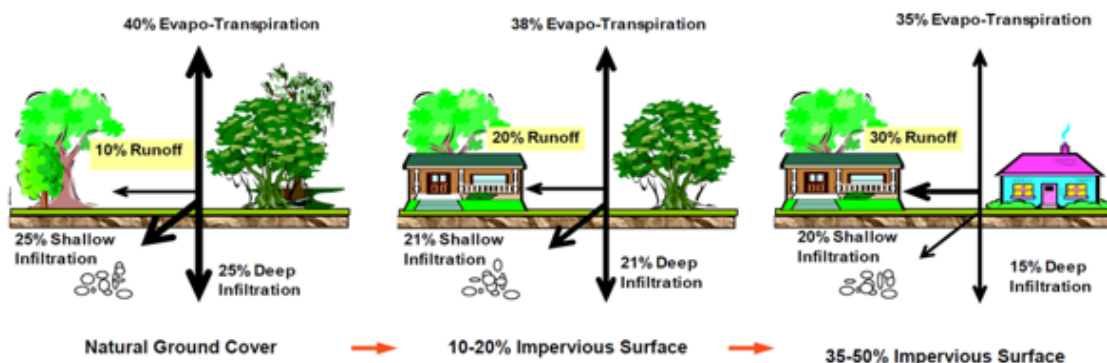
$q_p = C \cdot i \cdot A$, jossa

q_p tarkoittaa huippuvaluntaa, C alueen valumakerrointa, joka ilmaisee, kuinka suuri osa sadanasta muuttuu valunnaksi tarkasteltavalla alueella, i sateen intensiteettiä (l/s) hehtaarille ja A valuma-alueen pinta-alaa (ha).

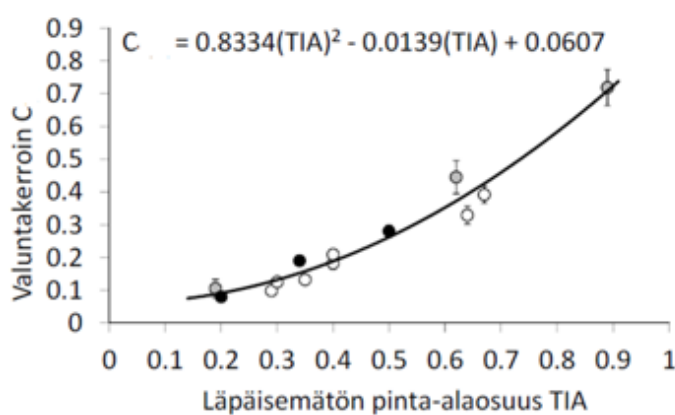
Valumakerroin määrittyy sen perusteella, kuinka paljon alueella on läpäisemättöntä pintaa. Kuvassa 4 esitetään esimerkinomaisesti erilaisia läpäisemättömän pinnan tapauksia ja niitä vastaavia pintavalunnan määriä. Turkistarha-alueilla läpäisemättömän pinnan osuuden voidaan olettaa olevan 35–50 %, jolloin kuvan 4 perusteella pintavalunnan olevan 30 %. Jos tarha-alue on väljästi rakennettu, läpäisemättömän pinnan osuus 10–20 %, on pintavaluntaa 20 %.

Kuvan 5 kuvaajan perusteella voidaan määrittää erisuuruisia läpäisemättömän pinnan tapauksia vastaavat valuntakertoimet. Taulukossa 5 on esitetty erilaisten pintojen valumakertoimia, joita on myös mahdollista käyttää valumavesimääriä arvioitaessa, kun alueen pintarakenne on tiedossa. Jos tarhalla on rakennettu järjestelmä, jolla varjotalojen katoilta tulevat vedet ohjataan suoraan tarha-alueen ulkopuolelle, käytetään mitoituksessa pinta-alana nurmi- tai sorapäällysteisen alueen alaa ja sitä vastaavaa valumakerrointa. Jos tällaista ei ole, lisätään edelliseen alaan kattopinta-ala, mutta käytetään näin saadulle yhteispinta-alalle edelleen nurmi- tai

sorapäälysteisen alueen valumakerrointa, koska vesi ei valu katoilta suoraan käsittelyjärjestelmään, vaan imeytyy osin tarha-alueen maakerrokseen.



Kuva 4. Esimerkit läpäisemättömän pinnan osuudesta ja sitä vastaavasta pintavalunnan määrästä (Ruby).



Kuva 5. Valuntakertoimen riippuvuus läpäisemättömän pinta-alan osuudesta (Sillanpää 2013, ref. Hyöty 2018).

Taulukko 5. Erilaisten pintojen valumakertoimia. Valumakerroin kuvaa sadannan ja pintavalunnan välistä suhdetta (Jaakola 2016).

Pinta	Valumakerroin C
Katto	0,8–1,0
Asfalttipäälyste	0,7–0,9
Soratie, soraluiska	0,2–0,5
Tien nurmetettu luiska	0,4–0,6
Nurmipintainen piha, puisto	0,1–0,4
Niitty, pelto, puutarha	0,1–0,3
Suo	0,05–0,15
Kumpuileva sekametsä	0,05–0,2
Tasainen metsämaasto	0,1
Tasainen sorakenttä	0–0,05
Avoin kalliomaasto	0,3–0,5

EU:n 752 standardin mukainen mitoitussade on maaseutualueilla kerran vuodessa toistuva sade (Tölli 2018). Mitoitussateen kesto on riippuvainen valuma-alueen pinta-alasta. Pienillä alueilla sateen kesto on mitoituksellisesti lyhempi verrattuna suuriin valuma alueisiin (Taulukko 6).

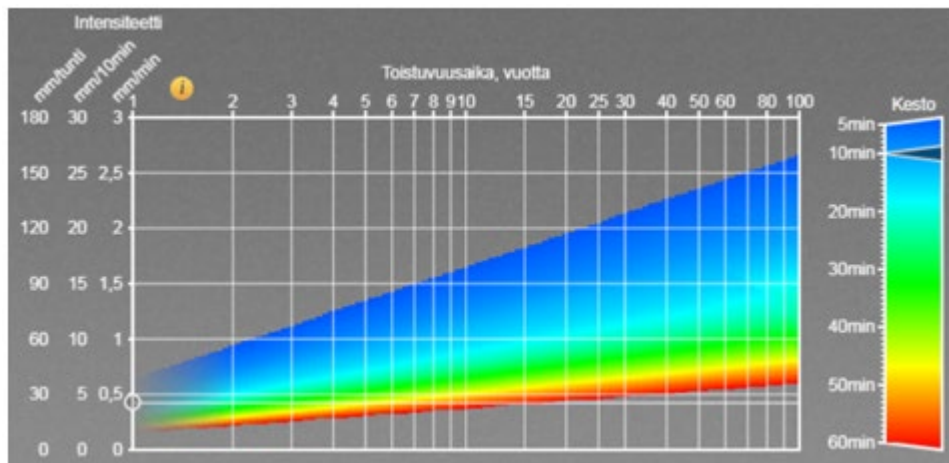
Taulukko 6. Mitoitussateen kesto (RIL 165-2-2006) (Ref. Tölli 2018).

Valuma-alue, ha	Mitoitussateen kesto, min
<2	5
2–5	10
5–20	20
20–100	60

Ilmasto-oppaan nettisivuilta löytyvällä työkalulla (Kuva 6) voidaan laskea mitoitussateen intensiteettiä. Työkalulla selviää, että alle 2 ha tarha-alueilla mitoitussateen (kesto 5 min) intensiteetti on 0,6 mm/min eli 110 l/s hehtaarille

- 2–5 hehtaarin alueilla (kesto 10 min) 0,4 mm/min eli 72 l/s hehtaarille
- 5–20 ha alueilla (kesto 20 min) 0,3 mm/min eli 52 l/s hehtaarille
- yli 20 ha alueilla (kesto 60 min) vastaavasti 0,2 mm/min eli 27 l/s.

Tällöin esimerkiksi 1,0 ha:n tarha-alueelta, jossa läpäisemätöntä pinta-alaa on arviolta 40 %, muodostuva valumavesimäärä, jolle varastointi- ja käsittelyjärjestelmä tulisi mitoittaa, on edellä esitetyn yhtälön ($q_p = C \cdot i \cdot A$) perusteella $= 0,2 \cdot 110 \text{ l/s} \cdot \text{ha} \cdot 1,0 \text{ ha} = 22 \text{ l/s}$. Tämä kerrotaan vielä sateen kestolla, joka on 300 s (=5 min), jolloin saadaan mitoitusvalumavesimääräksi 6 600 l eli 6,6 m³. Jos läpäisemätöntä pinta-alaa on vain 20 % tai alle, on mitoitusvalumavesimäärä 3,3 m³.

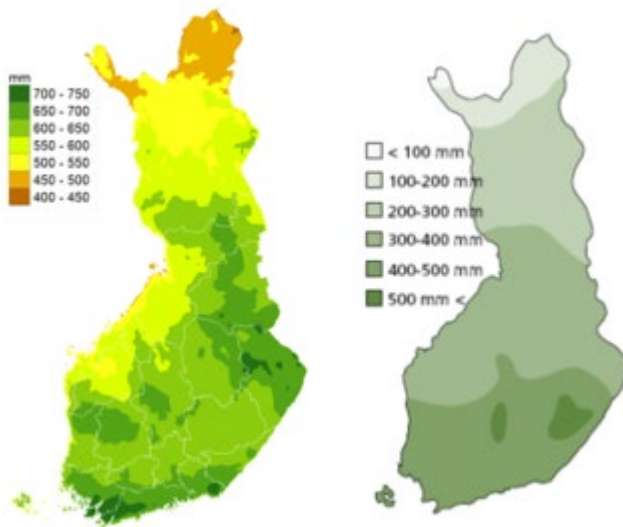


Kuva 6. Sateen intensiteetti sateen keston ja toistuvuuden perusteella. Kuvan esimerkissä on laskettu kerran vuodessa toistuvan 10 min rankkasateen, jota sovelletaan 2–5 ha alueille, intensiteetti (Ilmasto-opas.fi).

Valumavesien määrään voidaan vaikuttaa kiinnittämällä kylmänä vuodenaikana huomiota talviaikaisten päästölähteiden pienentämiseen sekä lumen asianmukaiseen käsittelyyn ja säilytykseen.

Jos valumavesien määrä halutaan laskea vuositasolla, käytetään sateen intensiteetin sijasta kaavassa vuotuista sadantaa. Tällöin 1,0 ha tarhalla alueella, jossa vuosittainen sademäärä on 550 mm ja läpäisemätöntä pinta-alaa noin 20 %, muodostuu valumavesiä noin 550 m³ (0,1*550*1,0) vuodessa.

Vaihtoehtoisesti vuosittainen valumavesimäärä voidaan laskea sadannan ja haihdunnan perusteella. Vuotuinen sademäärä vaihtelee Suomessa noin 500 ja 650 millimetrin välillä. Vähiten sataa Lapissa, ja suurimmat sademäärät puolestaan löytyvät sisämaassa etelä- ja keskiosissa maata (Ilmatieteenlaitos 2020). Vuosisadannasta haihtuu Etelä-Suomessa runsaat puolet eli keskimäärin 400–500 mm. Lapissa haihdunta on 30–40 % sadannasta eli keskimäärin 200–250 mm (Kuva 7).



Kuva 7. Keskimääräinen sadanta, vas., (mm/a) vuosina 1981–2010 (Ilmatieteenlaitos 2020) ja haihdunta, oik., (mm/a) vuosina 1961–1991 (Paasonen-Kivekäs ym. 2009).

5.4. Valumavesien puhdistamot

Valumavesien pienpuhdistamot tulee mitoittaa tarkasti, sillä biologisen prosessin teho huononee, jos kuormitusta on liikaa. Järjestelmän puhdistusteho voi heikentyä myös, mikäli valumavesien määrä vaihtelee paljon tai jos siihen päästetään biologista prosessia heikentäviä kemikaaleja. Puhdistamoiden mitoitus perustuu puhdistusprosessin vaatimaan viipymään. Jos valumavesimäärät muodostuvat suuriksi, järjestelmät varustetaan tasausaltaalla, joka tilavuus määrittellään syntyvän valumavesimäärän ja käsittelyjärjestelmän kapasiteetin perusteella. Tällä varmistetaan vaadittavan puhdistustuloksen saavuttaminen.

Tarhojen valumavesiä voidaan puhdistaa esim. maasuodattamossa tai erilaisissa panospuhdistamoissa. Maasuodattamossa valumavesi puhdistuu kulkeutuessaan esikäsittelyyn saostussäiliöön ja edelleen maakerroksista rakennettuihin suodatinkerroksiin. Puhdistettu vesi kootaan putkistolla edelleen johdettavaksi ympäristöön tai jatkokäsittelyyn. Panospuhdistamossa valumavettä puhdistetaan fysikaaliseen, kemialliseen ja biologiseen prosessiin tai näiden menetelmien yhdistelmään perustuen. Panospuhdistamo perustuu pieneliöiden ja valumaveden hapeitetun mikrobiprosessin ja kemiallisen saostuksen käyttöön. Samoja tekniikoita käytetään kunnallisissa jätevedenpuhdistamoissa.

Maasuodattamon mitoitus perustuu imeytyspinnalle eli suodatinhiekan yläpinnalle sallittavaan valumavesimäärään. Kotitalouksien harmaille vesille annettu ohjeellinen suodatinpinta-alan tarve on keskimäärin noin 4 m² asukasta kohden ja yhden henkilön vedenkulutukseksi oletetaan noin 160 l/vrk. Pienpuhdistamoiden mitoitukset ovat järjestelmäkohtaisia, ja niiden osalta tieto löytyy ko. laitteen valmistajalta. Suomen ympäristökeskuksen Puhdistamosivustolta löytyy tutkimustietoa erilaisten järjestelmien ominaisuuksista ja toimivuudesta, joskin tiedot ovat osin melko vanhoja.

Yhteenveto/suositukset turkistarha-alueen valumavesistä:

Turkistarha-alueelta muodostuvien valumavesien määrä saadaan laskemalla yhteen tiivistämättömiltä lanta-alustoilta muodostuvat valumavedet ja muulta tarha-alueelta muodostuvat hulevedet, jotka sisältävät myös mahdolliset varjotalojen katoilta muodostuvat hulevedet.

Maasuodattamon mitoitus voidaan arvioida harmaiden asumisjätevesien mitoitusperusteiden ja syntyvien valumavesien pitoisuuksien suhteen perusteella. Pienpuhdistamojen mitoitus tulee tarkistaa valmistajien/maahantuojien antamien mitoitusperusteiden perusteella.

Alue	Valumavesimäärä	Lähde
Tiivistämätön lanta-alusta	10 litraa/varjotalometri/vuosi	Kaistila (2020)
Tarha-alue	3,3–6,6 m ³ /ha/sadetapahtuma	tämän selvityksen laskenta

Viitteet

- AVI a. Aluehallintovirasto. Lupa-Tietopalvelu. Ympäristölupa Maatalousyhtymä Granbacka Kennet, Heljä ja Kaj. [viitattu 2.7.2020] Saatavuus tietopalvelu.ahtp.fi/Lupa/
- AVI b. Aluehallintovirasto. Lupa-Tietopalvelu. Ympäristölupa Katainen Paavo ja Tiina. [viitattu 2.7.2020] Saatavuus tietopalvelu.ahtp.fi/Lupa/
- Bastiman, B. 1976. Factors affecting silage effluent production. *Exp. Husb.* 32: 40–46. (ref. McDonald ym. 1991).
- Dürr, L. 2002. The incidence of silage Juice in Round Bales Depends on DM Content. Swiss federal Research Station for Agricultural Economics and Engineering. English summary of the activity report 2002. 4 p. (ref. Puumala & Grönroos (toim.) 2004).
- Environment Canterbury. 1999. Silage Effluent: a Hidden Pollutant. Resource Care Guide, Information Sheet # 5. Guide Environment Canterbury, Christchurch, Canterbury. (ref. Gebrehanna ym. 2014).
- Fransen, S.C. & Strubi, F.J. 1998. Relationships Among Absorbents on the Reduction of Grass Silage Effluent and Silage Quality. *Journal of Dairy Science* 81: 2633–2644.
- Fulhage, C. & Hoehne, J. 2005. Considerations in Sizing Manure Storage Facilities. Lesson 21: Sizing Manure Storage, Typical Nutrient Characteristics. (ref. YM 2010).
- Gebrehanna, M.M., Gordon, R.J., Madani, A., VanderZaag, A.C. & Wood, J.D. 2014. Silage effluent management: A review. *Journal of Environmental Management* 143: 113–122.
- Haigh, P.M. 1997. Silage Dry Matter Content and Predicted Effluent Production in England and Wales 1984–1994. *J. Arrig. Eng. Res.* 66: 63–77. (ref. Puumala & Grönroos (toim.) 2004).
- Haigh, P.M. 1999. Effluent production from grass silages treated with additives and made in large-scale bunker silos. *Grass and forage science* 54: 208–218.
- Hamina, H. 2020. Henkilökohtainen tiedonanto. Sähköposti 12.6.2020.
- Hyöty, P. 2018. Hulevesijärjestelmän mitoitus – laadun hallinnan näkökulma. Hulevesien hallinta vesistön ehdoilla -seminaari 10.10.2018.
- Hyöty, P. 2009 Hulevesijärjestelmien mitoitusperusteet. Hulevesifoorumi 30.10.2009.
- Ilmasto-opas.fi. Lyhytkestoisten sateiden rankkuus ja toistuvuus aika Suomessa. <https://ilmasto-opas.fi/oppimismoduulit/rankkasateiden-toistuvuus/>. [viitattu 22.6.2020].
- Ilmatieteenlaitos 2020. Vuositilastot. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/vuositilastot>. [viitattu 22.6.2020].
- Jaakola, H. 2016. IGS-FIN allasseminaari 11.10.2016. Hulevesialtaiden hydrologinen mitoitus.
- Jones, D.I.H. & Jones, R. 1995. The effect of crop characteristics and ensiling methodology on grass silage effluent production. *J. Agric. Eng. Res.* 60: 73–81.

- Kallio, J. & Santala, E. 2002. Maitohuoneen jätevesien käsittely. Ympäristöopas 91. SYKE, MMM, YM.80 s. + 1 liite.
- Kapuinen, P. & Karhunen J. 1990. Lietelantajärjestelmien toimivuus. Tutkimusselostus 59. NKJ-projekti 69, raportti numero 5. Vakola. 108 p.
- Kaistila, K. 2020. Henkilökohtainen tiedonanto. S-posti 13.8.2020.
- Korkeamäki, A., Manninen, E. & Nyman, K. 2003. Lypsykoneen ja tilasäiliön pesuvesien uudelleenhyödyntämijärjestelmät : suosituksia käytännön kokemusten pohjalta. 7 s. (moniste, verkkojulkaisu). Saantitapa: http://www.mtt.fi/tutkimus/teknologia/Talteenotettujen_pesuvesien_uusiokaytto.pdf [viitattu 16.6.2020]
- Latvala, A. 1999a. Turkistarhavesien käsittelykokeet. Länsi-Suomen ympäristökeskuksen moniste 45/1999.
- Latvala, A. 1999b Minkkitarhan nestemäinen ympäristökuormitus ja sen vähentäminen tarhan sisäisillä toimenpiteillä. Länsi-Suomen ympäristökeskuksen moniste 44/1999.
- Latvala, A. 1999c. Kettutarhan nestemäinen ympäristökuormitus ja sen vähentäminen tarhan sisäisillä toimenpiteillä. Länsi-Suomen ympäristökeskuksen moniste 43/1999.
- Laukkanen, K. & Hurri, R. 2001. Maitohuone- ja asumajätevesikäsittely maa- ja kivivillasuodattimissa. Pohjois-Savon ympäristökeskuksen moniste 33.32 s. + 3 liitettä.
- LUKE 2015. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset. Märehtijät – Siat – Siipikarja – Hevoset. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 40/2015. 82 s. https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/486395/luke-luobio_40_2015.pdf?sequence=4
- Manninen, E., Koskimäki, O., Laitinen, K., Pitkäranta, J., Kivinen, T., Lehtinen, J. & Tertsunen, S. 2002. Pihatön lypsyjärjestelmät. MTT:n selvityksiä 17. 53 s. + 2 liitettä. (verkkojulkaisu). Saantitapa: <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts17.pdf> [viitattu 16.6.2020].
- Manninen, E. & Nyman, K. 2003. Maidonkäsittelyn teknologiaa. MTT:n selvityksiä 15. 32 s. <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts15.pdf> [viitattu 16.6.2020].
- McDonald, P., Henderson, A.R. & Heron, S.J.E. 1991. The Biochemistry of Silage. 2nd edition. Chalcombe, England. 340 p.
- Mikkola, H., Puumala, M., Kallioniemi, M., Grönroos, J. Nikander, A. & Holma, M. 2002. Paras käytettävissä oleva tekniikka kotieläintaloudessa. Suomen ympäristö 564. Suomen ympäristökeskus. 166 s.
- O'Donnell, C., Williams, A.G. & Biddlestone, A.J. 1997. The effects of pressure and stage of ensilage on the mechanical properties and effluent production potential of grass silage. Grass Forage Sci. 52: 12–26.
- Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (OMAFRA). 2004. How to Handle Seepages from Farm Silos. Factsheet, Agdex# 732, Order No. 04–031. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. (ref. Gebrehanna ym. 2014).
- Paasonen-Kivekäs, M. Peltomaa, R., Vakkilainen, P. & Äijö, H. 2009. Maan vesi- ja ravinnetalous. Salaojayhdistys ry.

- Peltonen, S. 2010. Säilörehun tuotantokustannusten hallinta. Julkaisussa: Maataloustieteen Päivät 2010. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote nro 26 (verkkojulkaisu). Toim. Anneli Hopponen. Saantitapa: <https://journal.fi/smst/article/view/75723/37126>
- Pitt, R.E. 1983. Mathematical prediction of density and temperature of ensiled forage. Trans. Amer. Soc. Agric. Biol. Eng. 26: 1522–1527. (ref. Gebrehanna ym. 2014).
- Posio, M. 2010. Kotieläintilojen energiankulutus. Pro gradu -työ. Helsingin yliopisto. 96 s.
- Puhdistamosivusto jätevesien käsittelymenetelmistä. Suomen ympäristökeskus. Saantitapa: https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennushanke/Talotekniset_jarjestelmat/LVI/Kiinteiston_jatevesien_kasittely/Syventavaa_tietoa/Puhdistamosivusto_jatevesien_kasittelymenetelmista/Kaikkien_jatevesien_kasittely/Laitepuhdistamoja_kaikille_jatevesille. [viitattu 12.8.2020]
- Puumala, M. 2004. Jaloittelutarhat – rakenteet ja varusteet. MTT:n selvityksiä 72. 17 s + 7 liitettä.
- Puumala, M. & Grönroos, J. (toim.) 2004. Kotieläintalouden ympäristökuormituksen vähentäminen. Toimenpiteiden kustannukset ja toimivuus. Suomen ympäristö 708. 144 s + 9 liitettä.
- Rasmussen, J. & Pedersen, J. 2004. Electricity and water consumption at milking. Danish Agricultural Advisory Service, National centre, Building and Technique (ref. Posio, M. 2010).
- RIL 165-2-2006 Liikenne ja väylät II. ISBN 951-758-464-4
- Ruby, E. How Urbanization Affects the Water Cycle. Environmental protection agency. Office of environmental health hazard assessment. California. USA. [viitattu 22.6.2020]
Saantitapa: <https://www.coastal.ca.gov/nps/watercyclefacts.pdf>
- Salo, T., Eurola, M., Rinne, M., Seppälä, A., Kaseva, J., Kousa, T. 2014. The effect of nitrogen and phosphorus concentrations on nutrient balances of cereals and grass silage. MTT Raportti 147.
- Savoie, P., Amyot, A. & Thériault, R. 2002. Effect of moisture content, chopping and processing on silage effluent. Trans. Amer. Soc. Agric. Biol. Eng. 45: 907–914. (ref. Gebrehanna ym. 2014).
- Seuri, P., Hellstedt, M. & Lillunen, A. 2011. Ulkoiluta turvallisesti – ohjeita jaloittelutarhaa suunnittelevalle. TEHO-hankkeen julkaisuja 2/2011: 49 p.
- Sillanpää, N. 2013. Effects of suburban development on runoff generation and water quality. Aalto University publication series. Doctoral dissertations 160/2013.
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-60-5374-5>
- Sipiläinen, T. & Ovaska, S. (toim.) 2012. Maitotilalle kilpailukykyä tuottavuutta ja tehokkuutta kehittämällä. MTT Raportti 78. Saantitapa: <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/438284/mttraportti78.pdf?sequence=1>
- Sirkjärvi, T. 2012. Säilörehuhävikki. NurmiArtturi -katsaus osa 1: Hävikki pellolta varastoon ja varastoinnin aikana. Valio Oy. 8/24/2012. 47 s.

- Suokannas, A., Nysand, M. & Niskanen, H. 2010. Korjuumenetelmät. Julkaisussa Peltonen, S., Puurunen, T. & Harmoinen, T. (toim.) Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. Tieto tuottamaan 132. ProAgria Keskusten Liiton julkaisu nro 1093. 98 s. (ref. Sipiläinen & Ovaska (toim.) 2012).
- Suokannas, A. 2020. Sähköposti 10.6.2020.
- Suomen virallinen tilasto (SVT) a: Satotilasto [verkkojulkaisu].
Helsinki: Luonnonvarakeskus [viitattu: 22.6.2020].
Saantitapa: <http://stat.luke.fi/satotilasto>
- Suomen virallinen tilasto (SVT) b: Kotieläinten lukumäärä [verkkojulkaisu]. Helsinki:
Luonnonvarakeskus [viitattu: 1.7.2020].
Saantitapa: <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts17.pdf>
- Säilörehun säilöntäopas. 2020. Atria Tuottajat. Tuottava nautatilan nurmi -kehittämishanke. 44 s.
- Tuhkanen ym. (toim.) 2005. Haja-asutuksen ravinnekuormituksen vähentäminen – Ravinnesampo. Osa 2: Maitohuonejätevesien käsittely. Suomen ympäristö 763. Länsi-Suomen ympäristökeskus, Tampereen teknillinen yliopisto ja Suomen ympäristökeskus. 109 s.
- Tölli, E., 2018. Hulevesien viivytysratkaisut rakennusten tonteilla – Kirkkonummen Hyvinvointikeskus. Opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Talotekniikan koulutusohjelma, LVI-talotekniikka.
- Uusi-Kämpä, J., Puumala, M., Nykänen, A., Huuskonen, A., Heinonen-Tanski, H. ja Yli-Halla, M. 2003. Ulko- ja jaloittelutarhojen rakentaminen ja tarhoista aiheutuva ympäristökuormitus. Teoksessa: Uusi-Kämpä, J., Yli-Halla, M. ja Grek, K. (toim). Lypsykarjataloudesta tulevan ympäristökuormituksen vähentäminen. Maa- ja elintarviketalous 25. s. 48–93.
- Valio Artturi 2020. Ei saatavana verkossa.
- Valio Oy. 1998. Maitotilan jätevedet. Valio Oy. Alkutuotanto ja jäsensuhteet, No 2/98. 46 s. (ref. Kallio & Santala 2002).
- Vilen, J. & Viirret, M. 2001. Maitohuonejätevesien käsittely pienpuhdistamossa. Alueelliset ympäristöjulkaisut 208. Pirkanmaan ympäristökeskus. 29 s.
- Watrec Oy. 2018. Simo Pietilän tila Oy. Kanalalaajennus. Ympäristövaikutusten arviointiselostus.
- Ympäristöministeriö 2010. Kotieläintalouden ympäristönsuojeluohje. Ympäristöhallinnon ohjeita 1/ 2010. 87 s. + 7 liitettä. Saantitapa:
https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41550/OH1_2010_Kotieläintalouden_ymparistonsuojeluohje.pdf?sequence=1&isAllowed=y



luke.fi

Luonnonvarakeskus
Latokartanonkaari 9
00790 Helsinki
puh. 029 532 6000